

**АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ
КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ
ХЛОПЧАТОБУМАЖНОЙ ПРЯЖИ**

**ANALYSIS OF THE STATEMENT
OF COMPETITIVENESS PREDICTION AND ASSESSMENT
OF COTTON YARN**

*Ж.У. МЫРХАЛЫКОВ, Р.С. ТАШМЕНОВ, Ж.К. ГАФУРОВ, В.М. ДЖАНПАИЗОВА,
Г.Ш. АШИРБЕКОВА, А.А. ТУРГАНБАЕВА*

*ZH.U. MYRKHALYKOV, R.S. TASHMENOV, J.K. GAFUROV, V.M. JANPAIZOVA,
G.SH. ASHIRBEKOVA, A.A. TURGANBAYEVA*

**(Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Республика Казахстан)
(M. Auezov South Kazakhstan State University, Republic of Kazakhstan)
E-mail: vasmir1@mail.ru**

В настоящей статье рассмотрены различные методы прогнозирования и оценки прочности хлопчатобумажной пряжи. Известно, что хлопковое волокно по показателям свойств имеет определенную неравномерность. Это отрицательно влияет на физико-механические свойства вырабатываемой пряжи. Проведены расчеты показателей прочности хлопчатобумажной кольцевой пряжи при помощи различных формул проф. А.Н. Соловьева и Ю.К. Бархоткина. Расчеты показали, что при оценке свойств волокна наиболее целесообразно использовать показатели CSP и Rkm. Качество пряжи оценивается в соответствии с рекомендациями стандарта «USTER STATISTICS 2010».

This article describes the different methods of forecasting and estimating the strength of cotton yarn. It is known in terms of cotton fiber properties it has a certain unevenness, which adversely affects the physical and mechanical properties of the yarn produced. Calculations of the strength of cotton yarn ring using different formulas prof. A.N. Solovyov and Yu.R. Barkhotkin. Calculations have shown that, when assessing the properties of the fibers is most advisable to use indicators CSP and Rkm. The quality of the yarn is estimated in accordance with the recommendations of the standard «USTER STATISTICS 2010».

Ключевые слова: волокна, пряжа, линейная плотность, показатель прочности пряжи, удельная разрывная нагрузка, свойства, зрелость волокна.

Keywords: fiber, yarn, linear density, the rate of yarn strength, specific breaking load, properties of fiber maturity.

Рыночные отношения призывают производителей любой продукции работать на перспективу, в связи с чем возникает необходимость прогнозирования основного показателя продукции.

Существуют различные методы прогнозирования и оценки прочности пряжи [1], в

необходимых случаях по требованию потребителя применяют расчетный метод, или метод малых проб. В некоторых случаях, например, когда на продукции, поступающей на европейские рынки, стоит марка ISO 9001, потребитель может принять ее без перепроверки. Также в спорных случа-

ях оценка волокна производится экспертным способом, на основании показателей качества пряжи, полученной из малых проб. Качество же пряжи оценивается в соответствии с мировыми стандартами и часто рекомендациями стандарта «USTER STATISTICS 2010» [2]. Следует отметить, что в разных странах качество пряжи прогнозируется различными методами.

Первой и универсальной формулой прогнозирования и оценки удельной разрывной нагрузки пряжи считается формула проф. А.Н. Соловьева, которая подробно освещена в учебниках и широко применяется на практике. Поэтому в данном случае достаточно привести ее краткую характеристику. Согласно формуле удельная разрывная нагрузка пряжи равна произведению суммы удельной разрывной нагрузки всех волокон и коэффициента использования прочности волокон в пряже. Прочность пряжи, то есть удельная разрывная нагрузка, принимается равной произведению коэффициента использования прочности волокна в пряже. В свою очередь, коэффициент использования прочности волокна определяется в зависимости от удельной неровноты пряжи, количества волокон в поперечном сечении пряжи, штапельной длины волокна, разницы коэффициентов фактической и критической крутки, технического состояния прядильной машины. Приведем известную формулу проф. А.Н. Соловьева:

$$R_{\text{пр}} = \frac{P_{\text{см}}}{T_{\text{см}}} \left[1 - 0,0375N_0 - \frac{2,65}{\sqrt{\frac{T_{\text{пр}}}{T_{\text{см}}}}} \right] \left(1 - \frac{5}{L_{\text{шт}}} \right) \eta k,$$

где $R_{\text{пр}}$ – удельная разрывная нагрузка пряжи, сН/текс; $P_{\text{см}}$ – разрывная нагрузка волокна в смеси, сН; $T_{\text{см}}$ – линейная плотность волокон в смеси, текс.

Выражение в первой скобке называется поправкой на количество волокон и зависит от отношения линейной плотности

пряжи к линейной плотности волокна под квадратным корнем.

N_0 – удельная неровнота, она принимается для гребенной системы прядения $N_0 = 3,5...4,0$, а для кардной системы прядения в пределах $N_0 = 4,5...5,0$; $T_{\text{пр}}$ – линейная плотность пряжи, текс.

Выражение во второй скобке означает поправку на длину волокна.

$L_{\text{шт}}$ – штапельная длина волокон в смеси, мм; k – поправка на крутку пряжи; η – коэффициент, учитывающий состояние оборудования; если состояние оборудования отличное, $\eta = 1,1$; если хорошее, $\eta = 1,0$; если удовлетворительное, $\eta = 0,85$.

В настоящее время машины, управляемые компьютерами, всегда поддерживаются в отличном состоянии. Это свидетельствует о том, что нет надобности такой поправки. Учитывая это обстоятельство, Ю.К. Бархоткин предложил свою формулу [3], [4].

Для определения прочности пряжи Бархоткин предложил следующие формулы. В идеальном случае разрывная нагрузка пряжи равна сумме разрывной нагрузки волокон в поперечном сечении. В действительности разрывная нагрузка пряжи намного ниже суммы прочности волокон. В данном случае пряжа неравномерна по толщине, не все волокна на месте разрыва пряжи обрываются, и однородное удлинение волокон не приводит к их одновременному обрыву.

В формулах определения прочности пряжи существует разный подход к факторам. По мнению Бархоткина, формула определения прочности пряжи имеет вид:

$$P = P_{\text{т}} \frac{N_{\text{т}}}{N_{\text{в}}} (1 - \varepsilon) \xi \theta G, \quad (1.1)$$

где $P_{\text{в}}$ – прочность одного волокна, сН; $N_{\text{в}}$ – метрический номер волокна, м/г; $N_{\text{пр}}$ – метрический номер пряжи, м/г; ε – укрутка пряжи; ξ – коэффициент поправки на линейную плотность пряжи; G – коэффициент равномерности натяжения волокон в сечении пряжи.

Кроме этого, предлагаемая формула (1.1) помогает лучше разобраться в механизме прочности пряжи и совершенствовать ее структуру. В частности, анализ формулы (1.1) помогает понять, например, что увеличение скручивания лишь до известной степени повышает прочность пряжи, затем этот показатель резко снижается. С увеличением числа кручений диаметр пряжи уменьшается, пряжа уплотняется, увеличивается давление волокон друг на друга. Это приводит к снижению скольжения волокон и увеличению количества разрывающихся волокон.

Итак, увеличение крутки пряжи может привести к тому, что при истощении резерва скольжения повышается неравномерность натяжения волокон, вследствие чего понижается прочность пряжи. Хотя растягивающее усилие по формуле (1.1) не присутствует в скользящих волокнах, оно участвует при разрыве пряжи. Его воздействие возникает, когда волокна начинают рваться.

В это время прочность пряжи начинает резко снижаться. Вот почему скользящие волокна не могут способствовать повышению прочности пряжи. Несмотря на это, действие этих сил в диаграмме растяжения пряжи указывается посредством линии, отходящей от вертикальной линии. Поэтому площадь в состоянии диаграммы разрывной линии несколько увеличивается. Таким образом, Бархоткин пытался показать механизм разрыва пряжи на примере разрывающихся и скользящих волокон. Данный подход еще более подробно описан в работах китайских исследователей [5], [6].

В результате внедрения системы HVI высокообъемный инструмент – оборудование для испытания качества хлопкового волокна с учетом получаемых с ее помощью величин внедрен показатель CSP (Count Strength Product). В системе HVI продукция из хлопка оценивается по показателям: длине, прочности, однородности по длине, удлинению, микронейру, цвету, засоренности волокна и по коротким волокнам. Все эти свойства считаются очень важными при определении качества воло-

кон и улучшении подготовки смеси к прядению.

Прогнозирование прочности пряжи по показателю CSP получило широкое распространение после изобретения оборудования HVISPINLAP 900. Поэтому показатель прочности пряжи CSP вычисляется после того, как станет известным номер пряжи. Связь между свойствами пряжи CSP и свойствами волокна является показателем прочности.

При прогнозировании прочности хлопчатобумажной пряжи используют также разрывную длину, то есть показатель пряжи R_{km} .

Относительная разрывная нагрузка определяется при известной R_{km} по формуле:

$$R = 0,987 R_{km}.$$

По рекомендациям SITRA [6] расчет R_{km} проводится по формуле:

$$R_{km} = 1,1(\sqrt{FQI}) + 4,0 - \frac{13Ne}{150}, \quad (1.2)$$

где $FQI = \frac{LR}{M}$ – индекс качества волокна.

Таким образом, при прогнозировании прочности хлопчатобумажной пряжи рекомендуется применять различные формулы. Их адекватность, то есть соответствие действительности, проверить на практике можно только опытным путем.

Для сравнения формул по прогнозированию разрывной нагрузки пряжи были приняты следующие значения. Линейная плотность пряжи $T = 18,5$ текс ($N=54$), линейная плотность волокна $T_t = 177$ мтекс, штапельная длина волокна $l_{шт} = 33/35$ мм. При помощи различных формул произведены расчеты показателей прочности кольцевой пряжи [6...9].

Рассчитаем относительную прочность пряжи по формуле Соловьева и сопоставим результаты с расчетами по формуле Бархоткина:

$$R_{\text{пр}} = \frac{P_{\text{см}}}{T_{\text{см}}} \left[1 - 0,0375 N_0 - \frac{2,65}{\sqrt{\frac{T_{\text{пр}}}{T_{\text{см}}}}} \left(1 - \frac{5}{L_{\text{шт}}} \right) \right] \eta_k =$$

$$= \frac{4,5}{177} \left[1 - 0,0375 \cdot 4,5 - \frac{2,65}{\sqrt{\frac{18,5}{177}}} \left(1 - \frac{5}{35} \right) \right] \cdot 0,96 = 14,6 \text{ сН/текс},$$

где, если: $\alpha_a = 37,6$ и $\alpha_{\text{кр}} = 36,9$, то $K = 0,96$.

Осуществлен расчет прочности пряжи в нескольких вариантах, полученные данные представлены в табл. 1.

Результаты расчетов, произведенных по формулам Бархоткина и Соловьева, приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 1

№ п/п	Разрывная нагрузка волокна P_v , сН	Удельная разрывная нагрузка пряжи $R_{\text{пр}}$, сН/текс	Абсолютная разрывная нагрузка пряжи $P_{\text{пр}} = R_{\text{пр}} T_{\text{пр}}$, сН
1	4,4	14,5	268,2
2	4,5	14,8	273,8
3	4,6	15,1	279,3

Т а б л и ц а 2

№ п/п	По Бархоткину		По Соловьеву		Разница
	$P_{\text{пр(Б)}}$, сН	$R_{\text{пр}}$, сН/текс	$P_{\text{пр(С)}}$, сН	$R_{\text{пр}}$, сН/текс	$\Delta P_{\text{пр}}$
1	187,7	10,1	268,2	14,5	80,5(30%)
2	192,0	10,3	273,8	14,8	81,8(29,8%)
3	196,2	10,6	279,3	15,1	83(29,7%)

Разница принята в пределах 30%. Это, конечно, большое отклонение.

Расчет показателей CSP и $R_{\text{км}}$. Для расчетов CSP и других его показателей понадобятся показатели в системе HVI. Воспользовавшись заданными величинами, определяем следующие показатели:

– линейная плотность волокна

$$T = \frac{M}{25,4} = \frac{4,5}{25,4} = 177 \text{ мтекс};$$

– верхняя средняя длина волокна

$$L_{50} \{ \ell_{\text{шт}} = 34 / 35 \} = 29,37 \text{ мм};$$

– английский номер пряжи

$$N_{\text{сб}} = 31,8 \cdot \frac{N_{\text{м}}}{1,6934} = \frac{54}{1,6934} = 31,8.$$

Если по показателям в системе HVI известна разрывная нагрузка волокна, то CSP определяется следующим образом:

$$\text{CSP} = 165 \sqrt{\frac{L R}{M}} + 590 - 13 N_{\text{сб}} = \sqrt{\frac{29,3 \cdot 25,9}{4,5}} + 590 - 13 \cdot 31,8 = 2321,6.$$

$$R_b = \frac{P_b}{T_b} = \frac{4,5}{0,177} = 25,9 \text{ сН/текс},$$

$$Rkm = 1,1 \left(\sqrt{FQI} \right) + 4,0 - \frac{13Ne}{150} = 1,1 \left(\sqrt{\frac{29,37 \cdot 25,9}{4,5}} \right) + 4,0 - \frac{13 \cdot 31,8}{150} = 15,5 \text{ г/текс}.$$

Удельная разрывная нагрузка пряжи:

$$R = Rkm \cdot 0,9807 = 15,5 \cdot 0,9807 = 15,2 \text{ сН/текс}.$$

Абсолютная прочность пряжи будет:

$$P = RT_{ин} = 15,2 \cdot 18,5 = 281,2 \text{ сН}.$$

Результаты расчетов показателей прочности пряжи с различными показателями микронейра, произведенных по формулам Бархоткина, Соловьева, CSP и Rkm, приведены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Варианты	Показатели свойств волокна и пряжи				Показатели прочности пряжи			
	тип	штапельная длина, мм	линейная плотность пряжи, текс	микронейр	R _c , сН/текс	R _b , сН/текс	CSP	Rkm, сН/текс
Расчетные								
1	IV	35/36	18,5	4,2	14,2	10,14	2485,3	16,3
2	IV	35/36	18,5	4,6	15,1	10,5	2287,3	15,0
3	IV	34/35	18,5	4,1	13,9	10,0	2468,8	16,3
4	IV	34/35	18,5	4,3	14,5	10,2	2369,8	15,6
5	V	34/35	18,5	4,4	14,8	10,31	2378,5	15,4
6	V	34/35	18,5	4,6	15,1	10,5	2459	15,0
7	IV	33,6	18,5	4,7	15,5	11,2	2186	16,0

Таким образом, проведено сравнение различных формул прогнозирования удельной разрывной нагрузки и определена необходимость применения показателя Rkm.

ВЫВОДЫ

1. Произведено прогнозирование удельной разрывной нагрузки пряжи линейной плотности 18,5 текс с помощью различных формул.

2. Выявлено, что по сравнению с показателями CSP и Rkm разница по формуле Бархоткина составляет до 30%, а по формуле Соловьева 17%.

3. Реальная разрывная нагрузка пряжи линейной плотности 18,5 текс по показателю Rkm наиболее близка к расчетному результату. Это показывает, что при оценке свойств волокна наиболее целесообразно использовать показатели CSP и Rkm.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шустов Ю.С. Разработка методов прогнозирования строения и свойств текстильных материалов с использованием теории подобия и анализа размерностей: Дис...докт. техн. наук. – М., 2003. С. 9...29.
2. USTER STATISTICS. - 2007.
3. Бархоткин Ю.К. Формула прочности хлопчатобумажной пряжи // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2003, №6. С.27...30.
4. Shao X., Qiu Y. and Wang Y. Theoretical modeling of the tensile behavior of low-twist staple yarns. Part I- Theoretical model // The Textile Institute. – 2005, Vol 96(2). P. 61...68.
5. Shao X., Qiu Y. And Wang Y. Theoretical modeling of the tensile behavior of low-twist staple yarns. Part II - Theoretical and experimental results // The Textile Institute. – 2005, Vol 96(2). P. 69...76.
6. SITRA Norms for spinning mills. CUAMBA-TORE-641014, 2010.
7. Myrkhalykov ZH.U., Sataev M., Stepanov S., Stepanov O. Simplified mathematical model and dependences for stress calculation of pressure fire-hoses under internal hydraulic pressure // Industrial Technology and Engineering. – Shymkent, 2014, №2 (11). P. 5...15.
8. Калдыбаев Р.Т., Калдыбаева Г.Ю., Мирзамуратова Р.Ш., Темиришников К.М., Сатаев М.И. Ис-

следование равномерности питания зоны дженирования хлопком-сырцом. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, №1. С.57...59.

9. Мырхалыков Ж.У., Ташменов Р.С., Калдыбаев Р.Т., Калдыбаева Г.Ю., Турлыбекова А.Б. Исследование неровноты питающей ленты для производства пряжи // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, №1. С.60...64.

REFERENCES

1. Shustov Ju.S. Razrabotka metodov prognozirovanija stroenija i svojstv tekstil'nyh materialov s ispol'zovaniem teorii podobija i analiza razmernostej: Dis....dokt. tehn. nauk. – M., 2003. S.9...29.

2. USTER STATISTICS. - 2007.

3. Barhotkin Ju.K. Formula prochnosti hlopchato-bumazhnoj prjazhi // Izv. vuzov, Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2003, №6. S.27...30.

4. Shao X., Qiu Y. and Wang Y. Theoretical modeling of the tensile behavior of low-twist staple yarns. Part I- Theoretical model // The Textile Institute. – 2005, Vol 96(2). P. 61...68.

5. Shao H., Qiu Y. And Wang Y. Theoretical modeling of the tensile behavior of low-twist staple yarns.

Part II - Theoretical and experimental results // The Textile Institute. – 2005, Vol 96(2). P. 69...76.

6. SITRA Norms for spinning mills. CUAMBA-TORE-641014, 2010.

7. Myrkhalykov Zh.U., Sataev M., Stepanov S., Stepanov O. Simplified mathematical model and dependences for stress calculation of pressure fire-hoses under internal hydraulic pressure // Industrial Technology and Engineering. – Shymkent, 2014, №2 (11). P.5...15.

8. Kaldybaev R.T., Kaldybaeva G.Ju., Mirzamuratova R.Sh., Temirshikov K.M., Sataev M.I. Issledovanie ravnomernosti pitaniya zony dzhinirovaniya hlopkom-syrcom. // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, №1. S.57...59.

9. Myrkhalykov Zh.U., Tashmenov R.S., Kaldybaev R.T., Kaldybaeva G.Ju., Turlybekova A.B. Issledovanie nerovnoty pitajushhej lenty dlja proizvodstva prjazhi // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, №1. S.60...64.

Рекомендована кафедрой технологии и проектирования текстильных материалов. Поступила 08.04.16.